

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-78429
(P2000-78429A)

(43) 公開日 平成12年3月14日 (2000.3.14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 4 N 5/00		H 0 4 N 5/00	B 5 C 0 5 6
H 0 4 B 1/707		H 0 4 L 7/00	C 5 K 0 2 2
H 0 4 L 7/00		H 0 4 J 13/00	D 5 K 0 4 7

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-249494

(22) 出願日 平成10年9月3日 (1998.9.3)

(71) 出願人 000001487

クラリオン株式会社

東京都文京区白山5丁目35番2号

(72) 発明者 内田 吉孝

東京都文京区白山5丁目35番2号 クラリ
オン株式会社内

(74) 代理人 100091823

弁理士 柳瀬 昌之 (外1名)

Fターム(参考) 5C056 FA01 GA11 GA20 HA04

5K022 EE02 EE13 EE33 EE36

5K047 AA16 BB01 GG34 HH15 MM03

MM24 MM33 MM38 MM49 MM56

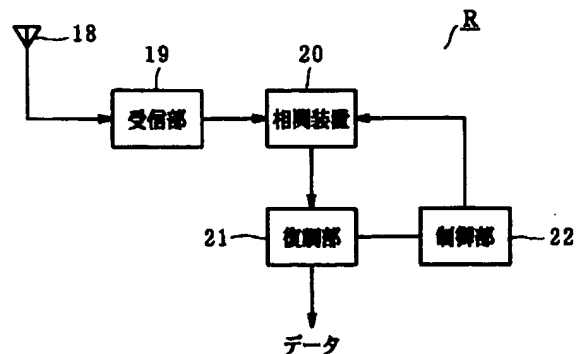
MM62

(54) 【発明の名称】 スペクトル拡散通信システム

(57) 【要約】

【課題】 受信装置の製造コストを低減すると共に、受信装置の小型化を実現できるスペクトル拡散通信システムを提供する。

【解決手段】 送信信号を擬似雑音符号を用いてスペクトル拡散変調して送信する送信装置と、スペクトル拡散変調された信号を受信しこの受信信号のPN符号と参照用のPN符号との相関ピークを検出する相関装置20を含む受信装置Rとを備えたスペクトル拡散通信システムにおいて、相関装置20で検出された相関ピーク位置にずれが生じた場合にこの相関ピーク位置のずれの方向を検出する手段と、この手段によって相関ピーク位置のずれが検出された場合にこのずれを修正する方向に当該相関ピーク位置を予め設定された量だけずらす手段とを備え、各手段によって相関ピーク位置の同期を追尾する構成とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 送信信号を擬似雑音符号を用いてスペクトル拡散変調して送信する送信装置と、スペクトル拡散変調された信号を受信しこの受信信号の擬似雑音符号と参照用の擬似雑音符号との相関ピークを検出する相関装置を含む受信装置とを備えたスペクトル拡散通信システムにおいて、

前記相関装置で検出された相関ピーク位置にずれが生じた場合にこの相関ピーク位置のずれの方向を検出する手段と、

この手段によって相関ピーク位置のずれが検出された場合にこのずれを修正する方向に当該相関ピーク位置を予め設定された量だけずらす手段とを備え、

各手段によって相関ピーク位置を同期追尾する構成としたことを特徴とするスペクトル拡散通信システム。

【請求項 2】 前記相関ピーク位置を格納するメモリを備え、前記擬似雑音符号の 1 周期ごとに算出された相関ピーク位置と前記メモリに格納された相関ピーク位置とを比較して当該相関ピーク位置のずれの方向を検出することを特徴とする請求項 1 記載のスペクトル拡散通信システム。

【請求項 3】 前記相関ピーク位置の同一方向へのずれの回数をカウントするカウンタを備え、検出される相関ピーク位置が同一方向に所定回数だけずれた場合に当該ずれを修正する方向に相関ピーク位置を予め設定された量だけずらすことを特徴とする請求項 1 記載のスペクトル拡散通信システム。

【請求項 4】 前記相関装置はデジタルマッチドフィルタを備えたことを特徴とする請求項 1 記載のスペクトル拡散通信システム。

【請求項 5】 前記相関ピーク位置を予め設定された量だけずらす場合にはサンプリングクロック発生器から出力されるサンプリングクロック 1 周期分をずらすことを特徴とする請求項 4 記載のスペクトル拡散通信システム。

【請求項 6】 送信信号を擬似雑音符号を用いてスペクトル拡散変調して送信する送信装置と、スペクトル拡散変調された信号を受信しこの受信信号の擬似雑音符号と参照用の擬似雑音符号との相関ピークを検出する相関装置を含む受信装置とを備えたスペクトル拡散通信システムにおいて、

前記相関装置は相関ピーク位置を検出するデジタルマッチドフィルタを備え、

このデジタルマッチドフィルタによって相関ピーク位置が検出された場合にこの相関ピーク位置をメモリに格納すると共にこのメモリに格納された相関ピーク位置情報に基づいて前後に所望の間隔でウィンドを生成する手段と、

前記擬似雑音符号の 1 周期毎に算出される相関ピーク位置情報と前記メモリに格納された相関ピーク位置情報と

を比較する手段と、

この手段による比較の結果に応じて前後に所望の間隔で生成された前記ウィンドを前後いずれかの方向に予め設定された量だけずらす手段とを備え、

各手段によって相関ピーク位置を同期追尾する構成としたことを特徴とするスペクトル拡散通信システム。

【請求項 7】 前記ウィンドを予め設定された量だけずらす場合にはサンプリングクロック発生器から出力されるサンプリングクロック 1 周期分をずらすことを特徴とする請求項 6 記載のスペクトル拡散通信システム。

【請求項 8】 プリアンプルに続いて送信されるべき情報についてのデータを配置したフレーム構成の送信信号を擬似雑音符号を用いてスペクトル拡散変調して送信する送信装置と、

スペクトル拡散変調された送信信号を受信しこの受信信号の擬似雑音符号と参照用の擬似雑音符号との相関ピークを検出する相関装置、及びこの相関装置で検出された相関ピークであって、前記送信信号のプリアンプル中の擬似雑音符号と参照用の擬似雑音符号との周期性を持って表れる相関ピークのピーク数を算出する手段を含む受信装置とを備え、

且つ前記相関装置で検出された相関ピーク位置にずれが生じた場合にこの相関ピーク位置のずれの方向を検出する手段と、

この手段によって相関ピーク位置のずれが検出された場合にこのずれを修正する方向に当該相関ピーク位置を予め設定された量だけずらす手段とを備え、

各手段によって相関ピーク位置の同期を追尾する構成としたことを特徴とするスペクトル拡散通信システム。

【請求項 9】 前記送信信号のプリアンプルは複数設けられていることを特徴とする請求項 8 記載のスペクトル拡散通信システム。

【請求項 10】 各プリアンプルにおける擬似雑音符号は同じであるが位相はずれていることを特徴とする請求項 8 記載のスペクトル拡散通信システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、スペクトル拡散通信システムに係り、特に受信装置で受信した信号の同期追尾を行うスペクトル拡散通信システムに関する。

【0002】

【従来の技術】従来から無線によるデータ通信を行うシステムとして、例えばパーソナルコンピュータとプリンタとを無線回線で結合し、パーソナルコンピュータで作成した印字データをプリンタに送信して印字動作を行わせるシステム等が広く知られている。この種のシステムにおいては送信すべき情報に関する電波の変調方式として、フェージングの影響を排除して、所望の通信距離を確保するために、スペクトル拡散 (Spread Spectrum: SS) 変調方式を利用したスペクトル拡

散通信システム (Spread Spectrum Communication: SSC) が利用されることが多い。

【0003】このスペクトル拡散通信システムでは、伝送しようとする情報信号よりもはるかに高速な PN (Pseudo Noise: 擬似雑音) 符号を用いて情報信号のスペクトラム (周波数成分) を拡散 (広帯域化) した信号が送信装置から受信装置に送られる。

【0004】PN 符号とは、“1”と“0”のデジタル信号の組み合わせられた一種の暗号であり、一周期が長い PN 符号では“1”と“0”のパターンは不規則で、あたかも雑音のように見えて、第三者が傍受することはできない。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したデータ通信方式によるとデータが復調されない限り、送信先 (Destination) を判断できないという問題がある。

【0006】即ち、このようなデータ通信方式においては一般に上述したデータは 8 ビット構成であり、情報を送信すべき送信先のアドレス情報もデータ部に含まれている。受信側では同期捕捉後に復調されたデータ部の内の上記アドレス情報を確認して始めて、そのデータが自局宛のものかを知ることが可能になる。これでは情報アクセスの効率が悪い。また、データとして 8 ビット構成になっているので、設定可能な送信先の数、すなわちチャンネル数は 256 しか設定できない。

【0007】このような問題を解決するために、データ復調によらず相手先を高速に検出する技術として特願平 6-308293 号が提案されている。

【0008】この技術では、送信されるべきデータよりも前に設定されたプリアンプル中に、送信先に関するコードを入れておくことにより、データ復調に先だって、コード同期を用いて送信先を識別することが可能になる。

【0009】この場合、送信側の信号と受信側の信号との相関ピークの検出を行うためにスレッショールドレベルの設定が必要である。しかしながら劣悪で変化する電波環境下ではそのスレッショールドレベルの設定が難しく、誤動作の可能性が多いという問題がある。送信側の信号と受信側の信号の相関ピークの検出をスレッショールドレベルで行う場合にそのレベル設定が煩雑で、例えば正しい信号であっても、スレッショールドレベルを越えない等の問題が発生する。

【0010】また、前記の技術では、プリアンプル中に送信先識別コード以外に同期捕捉のためのコードも含まれており、複数のコードが存在するので、コードの切換え時にスプリアスが発生するという問題がある。

【0011】更に、前述したスペクトル拡散通信システムでは、受信信号中の PN 符号と受信装置の参照用の PN 符号 (前記信号の PN 符号と同じ) との位相関係を一

致させて同期を確立する同期捕捉が一般的に行われる。

【0012】この同期捕捉後には、データの復調が開始されると、同期状態が変調や雑音の影響で失われないように監視を続ける同期追尾が行われる。

【0013】また、従来、この同期追尾を行うためには受信装置の相関装置において逆拡散用の相関器以外に、位相をずらした参照用 PN 符号を入力する相関器が必要であった。例えば、逆拡散のための参照用 PN 符号を入力する相関器以外に、位相の進んだ参照用 PN 符号を入力する相関器と、位相の遅れた参照用 PN 符号を入力する相関器とを設けていた。これにより各 PN 符号の位相のずれの方向及び当該位相のずれの量を算出し、これら相関器に入力される参照用 PN 符号又はクロックの位相を制御することにより、同期追尾が行われていた。

【0014】しかしながら、この従来のスペクトル拡散通信システムでは、同期追尾を行うために受信装置に複数の相関器が設けられていたので、その分だけ受信装置の製造コストが増大するという問題があった。

【0015】そこで、本発明の目的は、あまり電波環境の良くない条件下でもデータを復調するに先立って送信先相手を持定して通信できる高速なメディアアクセスを可能に構成された送信信号を用いて、前述した従来の問題点を解決すると共に、受信装置の製造コストを低減し、且つ受信装置の小型化を実現できるスペクトル拡散通信システムを提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】請求項 1 記載の発明は、送信信号を擬似雑音符号を用いてスペクトル拡散変調して送信する送信装置と、スペクトル拡散変調された信号を受信しこの受信信号の擬似雑音符号と参照用の擬似雑音符号との相関ピークを検出する相関装置を含む受信装置とを備えたスペクトル拡散通信システムにおいて、前記相関装置で検出された相関ピーク位置にずれが生じた場合にこの相関ピーク位置のずれの方向を検出する手段と、この手段によって相関ピーク位置のずれが検出された場合にこのずれを修正する方向に当該相関ピーク位置を予め設定された量だけずらす手段とを備え、各手段によって相関ピーク位置の同期を追尾する構成としたことを特徴とするものである。

【0017】この発明によれば、相関ピーク位置のずれの量を算出する必要はなく、ずれの方向だけを検出し、予め設定された一定量だけそのずれの方向に相関ピーク位置をずらして同期追尾を行うので、ずれの量を算出するための相関器が不要になり、受信装置の製造コストを低減できると共に、受信装置の小型化を図ることができる。

【0018】請求項 2 記載の発明は、請求項 1 記載の発明において、前記相関ピーク位置を格納するメモリを備え、前記擬似雑音符号の 1 周期ごとに算出された相関ピーク位置と前記メモリに格納された相関ピーク位置とを

比較して当該相関ピーク位置のずれの方向を検出することと特徴とするものである。

【0019】この発明によれば、算出された相関ピーク位置とメモリに格納された相関ピーク位置とを単純に比較して相関ピーク位置のずれの方向を検出しているの
で、当該相関ピーク位置のずれの方向を容易に検出できる。

【0020】請求項3記載の発明は、請求項1記載の発明において、前記相関ピーク位置の同一方向へのずれの回数をカウントするカウンタを備え、検出される相関ピーク位置が同一方向に所定回数だけずれた場合に当該ずれを修正する方向に相関ピーク位置を予め設定された量だけずらすことを特徴とするものである。

【0021】この発明によれば、同一方向に所定回数だけずれた場合に相関ピーク位置がずれたと判定しているので、相関ピーク位置の突発的なずれを無視することができ、真の相関ピーク位置のずれを検出することができる。

【0022】請求項4記載の発明は、請求項1記載の発明において、前記相関装置はデジタルマッチドフィルタを備えたことを特徴とするものである。

【0023】この発明によれば、デジタルマッチドフィルタはアナログ相関器に比べて低コストであり、また小型化が容易であるので、受信装置の製造コストの低減及び小型化が可能となる。

【0024】請求項5記載の発明は、請求項4記載の発明において、前記相関ピーク位置を予め設定された量だけずらす場合にサンプリングクロック発生器から出力されるサンプリングクロック1周期分をずらすことを特徴とするものである。

【0025】この発明によれば、相関ピーク位置はサンプリングクロック1周期分ずつずらされるので、細かい制御が可能となり、正確な同期追尾が可能となる。

【0026】請求項6記載の発明は、送信信号を擬似雑音符号を用いてスペクトル拡散変調して送信する送信装置と、スペクトル拡散変調された信号を受信しこの受信信号の擬似雑音符号と参照用の擬似雑音符号との相関ピークを検出する相関装置を含む受信装置とを備えたスペクトル拡散通信システムにおいて、相関装置は相関ピーク位置を検出するデジタルマッチドフィルタを備え、デジタルマッチドフィルタによって相関ピーク位置が検出された場合にこの相関ピーク位置をメモリに格納すると共にこのメモリに格納された相関ピーク位置情報に基づいて前後に所望の間隔でウインドを生成する手段と、擬似雑音符号の1周期毎に算出される相関ピーク位置情報とメモリに格納された相関ピーク位置情報とを比較する手段と、この手段による比較の結果に応じて前後に所望の間隔で生成されたウインドを前後いずれかの方向に予め設定された量だけずらす手段とを備え、各手段によって相関ピーク位置を同期追尾する構成としたことを特徴

とするものである。

【0027】この発明によれば、デジタルマッチドフィルタを使用するので、アナログ相関器に比べて低コストであり、また小型化が容易であるので、受信装置の製造コストの低減及び小型化が可能となる。また、ウインドをずらすことによって相関ピーク位置を同期追尾するので、制御が容易になる。

【0028】請求項7記載の発明は、請求項6記載のものにおいて、前記ウインドを予め設定された量だけずらす場合にはサンプリングクロック発生器から出力されるサンプリングクロック1周期分をずらすことを特徴とするものである。

【0029】この発明では、ウインドがサンプリングクロック1周期分ずつずらされるので、細かい制御が可能となり、正確な同期追尾が可能となる。

【0030】請求項8記載の発明は、プリアンプルに続いて送信されるべき情報についてのデータを配置したフレーム構成の送信信号を擬似雑音符号を用いてスペクトル拡散変調して送信する送信装置と、スペクトル拡散変調された送信信号を受信しこの受信信号の擬似雑音符号と参照用の擬似雑音符号との相関ピークを検出する相関装置、及びこの相関装置で検出された相関ピークであって、前記送信信号のプリアンプル中の擬似雑音符号と参照用の擬似雑音符号との周期性を持って表れる相関ピークのピーク数を算出する手段を含む受信装置とを備え、且つ前記相関装置で検出された相関ピーク位置にずれが生じた場合にこの相関ピーク位置のずれの方向を検出する手段と、この検出された方向に相関ピーク位置を予め設定された一定量だけずらす手段とを備え、各手段によって相関ピーク位置の同期を追尾する構成としたことを特徴とするものである。

【0031】この発明によれば、スレッショールドレベルの設定を行わずに、送信信号のプリアンプル中の擬似雑音符号と参照用の擬似雑音符号との相関ピークの周期性を検出して、所定の相関ピーク数を算出する手段を備えるので、データ部を復調するに先立って、相関ピーク数を算出するだけで、送信先相手を特定して通信することができ、あまり電波環境の良くない条件下でも高速なメディアアクセスをほぼ確実に行うことができる。

【0032】また、相関装置は位相のずれの方向だけを検出して同期追尾を行うので、ずれの量を算出するための相関器が不要になり、受信装置の製造コストを低減できると共に、受信装置の小型化を図ることができる。

【0033】請求項9記載の発明は、請求項8記載の発明において、前記送信信号のプリアンプルは複数設けられていることを特徴とするものである。

【0034】請求項10記載の発明は、各プリアンプルにおける擬似雑音符号は同じであるが位相はずれていることを特徴とするものである。

【0035】これらの発明によれば、送信信号には複数

のプリアンプが設けられるので、夫々のプリアンプ中の擬似雑音符号と参照用の擬似雑音符号との相関ピークの周期性を検出して所定の相関ピーク数を算出して、かつ、それぞれのプリアンプにおける相関ピーク位置の差を算出することで、例えば妨害電波に周期性があったとしても、データ部を復調するに先立って送信先相手を特定して通信することができ、あまり電波環境の良くない条件下でも高速なメディアアクセスを確実に行うことができる。

【0036】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0037】図1においてTは本実施形態によるスペクトル拡散通信システムの送信装置を示す。この送信装置Tは、送信信号出力部11と、DPSK変調器12と、PN符号発生器(Pseudo Noise Generator: 擬似雑音発生器、以下、PNGという)13と、掛算器14と、搬送波発振器15と、掛算器16と、送信アンテナ17とで構成されている。

【0038】送信信号出力部11から出力された信号は、PN符号発生器13からのPN符号を掛算器14で乗積され、さらに搬送波発振器15からの搬送波を乗積されて、送信アンテナ17から送信される。

【0039】図3はこの送信装置Tから送信される信号Sのフレーム構成を示す。本実施形態では、このフレーム構成は、例えば初期状態設定用のAGC(Auto Gain Control)セトリング51と、複数のプリアンプ(Preamble)PR1~PR4と、ガード53と、フレームパターン55と、データ57とを有している。本実施形態では、各プリアンプPR1~PR4の擬似雑音符号(以下、PN符号という)は同一のPNコードであり、その位相は異なっている。

【0040】図2においてRは本実施形態によるスペクトル拡散通信システムの受信装置を示す。この受信装置Rは、受信アンテナ18と、RF増幅器(再生信号増幅器)やIF増幅器等から成る受信部19と、相関器やメモリ等からなる相関装置20と、復調部21と、CPU等からなる制御部22とで構成されている。

【0041】受信アンテナ18で受信された受信信号Sは、受信部19を介して相関装置20に入力し、この相関装置20でメモリ(図示せず)に格納された参照用PN符号を用いて逆拡散され、復調部21で元のデータに復調される。

【0042】図4は受信装置Rの相関装置20及び復調部21の構成を示す。

【0043】相関装置20は、逆拡散に用いる参照用PN符号(参照パターン)を入力するためのデジタルマッチドフィルタ(以下、DMFという)31と、重み付け部32と、振幅値変換部33と、ウィンドウ生成部34と、ベクトル合成・ピークホールド部35とを備える。

【0044】復調部21は、周期性・位相差判定部36と、同期追尾を含むタイミング生成部37と、データ復調部38と、フレーム検出部39とを備える。

【0045】本実施形態では、前記したように相関器としてデジタル相関器であるDMF31が用いられ、このDMF31には、受信部19のRF/IF部を経て、直交検波されたベースバンド信号(In phase及びQuadrature成分ともスペクトル拡散の周波数帯域成分は有する)をA/Dコンバータ(図示せず)でアナログからデジタルに変換したデジタル信号(COS成分、SIN成分)がそれぞれ入力される。ここで参照パターン(PNコード)として入力信号と同じPNコードを用いれば、自己相関出力ピーク(以下、単に相関ピークという)を得ることができる。

【0046】本実施形態では、相関器としてデジタル相関器(DMF31)が用いられ、このデジタル相関器はアナログ相関器に比べて低コストであり、また小型化が容易であるので、受信装置Rの製造コストの低減及び小型化が可能となる。

【0047】DMF31以降の処理では、相関ピーク位置が検出され(ベクトル合成・ピークホールド部35に蓄積される)、その相関ピーク位置情報から相関ピーク位置の周期性、位相差等が算出される。

【0048】なお、受信装置RでのA/Dコンバータ以降のデジタル信号処理に関する最大処理時間は、A/Dコンバータのサンプリング周波数であり、本実施形態ではPN符号のチップレートの2倍サンプリングを基準としている。

【0049】図5は、同期捕捉動作に係る信号処理を示すフローチャートである。なお、ここでは、「同期捕捉」と後述する「コード同期」とを分けて用いているが、「コード同期」とはPN符号1周期にデータを1シンボル(1ビットに相当)重畳させるデータ変調の場合において、DMF31によりデータ復調を実現させるために、相関器上で受信されるPN符号1周期長(データ変調において、あるPN符号の位相関係にあるもの)を参照PN符号との位相関係を一致させることである。尚、使用するPN符号のチップ数は任意に設定可能である。また、以下で「位置」という言葉は、受信装置Rにおいて予め決められた絶対時間に関する時間的位置を表す。絶対時間とは、受信装置Rで予め決められている時間であり、例えば、図7に示すように、PNコード1周期が1カウントから23カウントで表現される。

【0050】受信装置Rが受信信号を受信すると、まず、必要なパラメータの設定を行い(S1)、図示を省略したタイマー等の初期化(リセット)を行う(S2)。

【0051】次いで、ベクトル合成・ピークホールド部35(図4)は、プリアンプPR1~PR4の各PN符号1周期内における最大のピークレベル(ピークの振

幅値に相当)のある位置、すなわち最大相関ピークポイント(以下、MPPという)を検出する(S3)。そして、周期性・位相差判定部36(図4)は、各プリアンブルPR1~PR4のPN符号m(例えばm=16)周期内の任意の連続したPN符号n(例えばn=8)周期における相関ピークを検出し、この連続PN符号n周期内のMPPの最大値(MAX)及び最小値(MIN)を算出する(S4)。ステップS3及びS4は、図7の(a)部分に関する検出と算出処理である。そして、全てのプリアンブルPR1~PR4のPN符号n周期内のMPPの最大値と最小値の差が予め決められたピークポイントのばらつき範囲内であるか否か、即ち、 $(MAX - MIN) \leq (\text{ピークポイントのばらつき範囲})$ の判定を行う(S5)。このS5の条件を満たした場合は、ステップS6に進む。しかしながら、ピークポイントのばらつきの範囲内でない場合には、即ち、相関ピークの連続性が不良である場合には、ステップS4に戻り再度ステップS4を実行する。

【0052】周期性・位相差判定部36は、互いに隣接するプリアンブル間の位相差を検出する。まず、各プリアンブルPR1~PR4の代表値： $(MAX + MIN) / 2$ を算出する(S6)。(代表値は、図6ではt1~t4に相当する。)互いに隣接するプリアンブル間の代表値の差 \leq 位相差 \pm ばらつき範囲内であるか否かを判定する(S7)。(代表値の差は、図6では $\Delta 1 \sim \Delta 4$ に相当する。)S6の条件を満たさない場合には、ステップS4に戻り再度ステップS4乃至S7を繰り返す。

【0053】このように、本実施形態では、プリアンブル内の相関ピークの連続性(同周期の相関ピーク位置の回数)及び互いに隣接するプリアンブル間のピーク位置(位相差)を算出して、雑音及び干渉波への耐性を向上させ、後述する同期捕捉性能を向上させている。

【0054】なお、周期性のノイズ(妨害電波)がプリアンブルPR1~PR4のPN符号に混入している場合であっても、位相差のばらつきがS7における式で決定される範囲内である場合にはステップS8に進む。すなわち、S5で連続相関ピークのばらつき範囲を所定範囲内に抑えただけでは周期性のあるノイズが含まれる可能性があるからである。このような周期性のあるノイズが含まれる場合は、例えば同じ周波数帯を用いた別のスペクトル拡散通信システムが近距離で稼働する時などに発生する。

【0055】S8以降は、周期性のあるノイズが含まれる場合を想定して採用されたステップであり、互いに隣接するプリアンブル間の位相差に着目している。ステップS6、S7は、図7の(b)部分に関する処理である。ステップS4乃至S7は常に動いて、タイムアウト後に即動作できるようにする。

【0056】最終のプリアンブルPR4の代表値を基準に同期捕捉を行い(S8)、コード検出(Code d

etect:CD)を行う(S9)。つまり、ステップS8、S9は、プリアンブルの連続性に続いてプリアンブル間の位相差もOKならば同期捕捉に移行する処理である。なお、「コード検出」とは、コード同期と同期捕捉の両方を含む。

【0057】ステップS2のタイマー(T)をスタートさせて(S10)、フレーム検出部39(図4)でステップS11のフレームのパターンマッチングが行えた場合には、ステップS13に進む。ステップS11でフレームのパターンマッチングが行えなかった場合には、タイムアウトか否かを判定する(S12)。タイムアウトでなければステップS11に戻り、タイムアウトであればステップS2に戻って、ステップS2から後の処理を全てやり直すことになる。ステップS10のタイマーは、フレームを検出する間のタイマーである。S8の同期捕捉までOKであっても、電波環境によっては、ステップS12のタイムアウトの事態は結構あり得る処理になる。

【0058】フレーム検出部39がフレーム検出(Frame detect:FD)を出力し(S13)、データ復調部38(図4)がレシーブタイミングクロック(Receive timing:RT)に同期して(S14)レシーブデータ(Receive data:RD)を出力して終了する。このステップS11、S13、S14はデータの復調への移行段階である。

【0059】A. 各プリアンブル間における位相差のばらつき範囲

ステップS7における互いに隣接するプリアンブル間での位相差のばらつき範囲を設定するにはレジスタが用いられ、例えば0ないし15(4ビット)の範囲が設定される。そして別のレジスタで設定する各プリアンブル間の位相差データをもとに計算した予測相関ピーク位置からプラス方向もしくはマイナス方向への設定範囲以内のばらつき範囲であるか否かを計算する。互いに隣接するプリアンブル間の位相差が設定したばらつき範囲に同時に検出されれば、ある出力端子が"H"レベル(非同期出力)になる。これにより、最大相関ピーク位置の連続周期性及び各プリアンブル間の位相差が設定した範囲内に検出されたことになるので、図5に示すステップS9においてDMFを用いた通信システム(MDM2)は、/CDを出力して初期同期過程からステップS10以降のデータ復調過程に移行する。

【0060】B. 最大相関ピーク位置の連続周期性判定時におけるエッジ判定しきい値図7はピーク位置の連続周期性の判定におけるばらつき範囲の求め方を示しており、最大相関ピーク位置の連続周期性判定におけるばらつき範囲を求める際に、前記絶対時間の開始点であるスタートビット(以下、STBという)をまたがる形で存在している場合には、単純にばらつき(最大-最小)の計算ができず、特別の処理を施さなければならない。そ

のためばらつき範囲の計算をどちらの処理で行うかを定める選択条件を与えるのが、ここに設定するしきい値である。0乃至15(4ビット)の範囲で設定(分解能はシステムクロックによる)し、STBを基準に2本のしきい値を設ける。例として、図7に示すように、設定しきい値"2"の場合は、 $(1+2=3)$ と $(23-2=21)$ の2つの位置にしきい値が設けられる。連続性が検出され、かつ全ての最大相関ピーク位置が、設定されたしきい値の範囲内にあった場合は、図7に示すようなSTB近傍の処理を施し、ばらつき範囲を求める。

【0061】C. STB遅延用設定値

図5におけるステップS9において、／CD出力後に、データ復調過程において本通信システムはウィンドウを生成する。ウィンドウは設定した位置及び幅情報をもとにSTBに対して生成されるが、STB間をまたがるウィンドウは生成できない。故に、STB間をまたがるような最大相関ピークに対応すべく、通常のSTB(Normal-STB)に対して数チップ遅れた仮のSTB(Variable-STB)を用意することにより、図7におけるデータ復調過程においては見かけ上STB(V-STB)間にまたがらない形で最大相関ピーク位置がずれるために、適切な位置にウィンドウを生成できる。

【0062】同期捕捉動作が正常に行われれば、データ復調過程でのピーク位置は一意に決まるので、一度最適なV-STBの遅延値を決めてしまえば、その後このレジスタへの変更の必要はない。また、同期捕捉後、最大相関ピーク位置がSTB(N-STB)にまたがっていない場合は"0"設定のままで良い。尚、DMF31への参照PN符号は、常にN-STBに同期しており、ASIC内部のみ同期捕捉後V-STBを通常のSTBと見なして信号処理を行っている。

【0063】本実施形態では、PN符号の相関ピークの検出を、従来のようなスレッシュホールドレベルを用いては行っていない。

【0064】この理由としては、正しい信号であつてもしきい値を越えない可能性があること。ノイズがしきい値を越えた時にコード同期に移行してしまつて、チャンネル識別以降に理屈の上では永久に行かなくなる。タイマーを短くすることも考えられるが、何サイクルかは必要なので限度がある。タイムアウトする(コード同期でトリガをとる)前に、また正しい信号がくればNGであり、正しい相関ピークの位置は決まっているのでプリアンブル以降のフレームパターン(識別2)の途中で誤動作する可能性があることである。

【0065】本実施形態では、スレッシュホールドレベルの設定を行わずに、1つ又は複数のプリアンブルを繰り返すことにより、データ部を復調するに先立って送信先相手を特定して通信できるような高速なメディアアクセスを、あまり電波環境の良くない条件下でも確実に行う

ことができる。本実施形態は電波環境の悪い所での通信に有用であり、例えば工場内における指令装置と無人搬送機との間における無線通信や、販売時点情報管理(PoS)システム等に採用できる。

【0066】図8は同期追尾動作を示すフローチャートである。この同期追尾動作は、同期追尾を含むタイミング生成部37に関係する。

【0067】ベクトル合成・ピークホールド部35(図4)には相関ピークのピークホールド値を格納するメモリが設けられる。なお、処理の工程の中では、もっとレートの低い周波数を扱う箇所(例えば、前記メモリにおけるピークホールド値の更新は、PN符号周期長に相当する周波数で行われる)もあるが、この同期追尾の制御は、最大周波数(A/Dコンバータのサンプリング周波数)を用いる。

【0068】同期捕捉動作で説明したように、一連の相関ピークの周期性及び位相差を算出し、予め設定されている設定値を用いて周期性及び位相差を判定し(図5ではS4～S7)、これら周期性及び位相差がOKならば、同期捕捉が成立したとしてフラグ(／CD)を出力する(図5ではS9)。同時に、最終のプリアンブルPR4で得られた相関ピーク位置をベクトル合成・ピークホールド部35のメモリに蓄積する(S21)。

【0069】ウィンドウ生成部34(図4)は、ウィンドウ幅情報及びメモリに蓄積された相関ピーク位置情報を基準にして前後に所望の間隔(例えば、相関ピーク位置情報を中心にして前後方向にサンプリングクロックn周期分の間隔)でウィンドウを生成する。このサンプリングクロックは、制御部22(図2)に設けられたサンプリングクロック発生器から出力される。

【0070】なお、フラグ(／CD)の出力前はウィンドウによる相関ピークの検出範囲の設定はしない(S22)。

【0071】同期追尾を含むタイミング生成部37は、PN符号1周期ごとに算出された相関ピーク位置情報(Ta)をメモリに蓄積されているピーク位置情報(Tc)と比較する(S23)。

【0072】同期追尾を含むタイミング生成部37はアップダウンカウンタを備える。

【0073】S23の比較の結果、同期追尾を含むタイミング生成部37は、以下の条件で前記アップダウンカウンタのカウント値を変更する。

【0074】算出された相関ピーク位置がメモリの相関ピーク位置より小さい($Ta < Tc$)場合には、カウンタ値をカウントダウン(-1)する。

【0075】算出された相関ピーク位置がメモリの相関ピーク位置より大きい($Ta > Tc$)場合には、カウンタ値をカウントアップ(+1)する。

【0076】算出された相関ピーク位置とメモリの相関ピーク位置とが等しい($Ta = Tc$)場合には、カウン

タ値を変更しない。

【0077】なお、スタート時においてアップダウンカウンタのカウント範囲を0～Nに設定し、アップダウンカウンタの初期値はN/2に設定する。このカウント範囲のNは初期時に設定し、任意に変更可能であるが、動作途中での変更は行わない(S24)。このように、算出された相関ピーク位置とメモリに格納された相関ピーク位置とを単純に比較して相関ピーク位置のずれの方向を検出しているので、当該相関ピーク位置のずれの方向を容易に検出できる。

【0078】次いで、アップダウンカウンタが以下の条件になった場合には、ウィンドウが制御される。具体的には、当該相関ピーク位置のずれを修正する方向にウィンドウがずらされる。

【0079】アップダウンカウンタ値=0になったときに、ウィンドウの位置をこれまでの位置よりサンプリングクロック1周期分(予め設定された一定量)だけ前方向にずらす。

【0080】アップダウンカウンタ値=Nになったときに、ウィンドウの位置をこれまでの位置よりサンプリングクロック1周期分(予め設定された一定量)だけ後方向にずらす。(S25)。このように、相関ピーク位置はサンプリングクロック1周期分ずつずらされるので、細かい制御が可能となり、正確な同期追尾が可能となる。

【0081】また、S25の制御と同時に、最新の相関ピーク位置をメモリに入力(更新)して、アップダウンカウンタのカウント値をN/2にセットする(S26)。そして、S23に戻りS23～S26の制御を繰り返す。

【0082】このカウント範囲N値は、相関ピーク位置の移動速度(例えば、送信側と受信側のシステム周波数のズレの量)の違いや、制御量(ここでは、サンプリング周波数が分解能)に応じて設定すればよい。

【0083】この実施形態による同期追尾方式によれば、相関ピーク位置のずれの量を算出する必要はなく、相関ピーク位置のずれの方向だけを検出してサンプリングクロック1周期分だけそのずれの方向に相関ピーク位置をずらすので、相関装置20にはずれの量を算出するための相関器が不要になる。

【0084】従って、相関装置20の回路構成が簡単になり、受信装置Rの製造コストを低減できると共に、受信装置Rの小型化を図ることができる。

【0085】なお、更新するための最新の相関ピーク位置は、状況に応じて変えることも何ら問題としない。例えば、アップダウンカウンタ値が0もしくはNになった時点の相関ピーク位置を採用してもよく、また、過去何周期分かの相関ピーク位置の平均値でも良い。

【0086】本発明は上記実施の形態に限定されず、特許請求の範囲を逸脱しない限り種々変形することができ

る。

【0087】本実施形態では、ウィンドウをずらすことにより同期追尾する構成としているが、これに限定されるものではなく、相関ピーク位置をずらすことにより同期追尾する構成としてもよい。

【0088】また、プリアンプPR1～PR4は4つ記載されているが、プリアンプは1つ、2つ、3つあるいは5つ以上であってもよい。また、本実施形態ではデジタルマッチドフィルタ(相関器)を用いているが、10 アナログ相関器(例えばコンボルバ)でもよい。また、本実施形態では、各プリアンプPR1～PR4のPN符号の位相は同一でもよい。

【0089】

【発明の効果】請求項1記載の発明によれば、相関ピーク位置のずれの方向だけを検出し、予め設定された量だけそのずれの方向に相関ピーク位置をずらして同期追尾を行うので、ずれの量を検出するための相関器が不要になり、受信装置の製造コストを低減できると共に、受信装置の小型化を図ることができる。

20 【0090】請求項2記載の発明によれば、算出された相関ピーク位置とメモリに格納された相関ピーク位置とを単純に比較して相関ピーク位置のずれの方向を検出しているので、当該相関ピーク位置のずれの方向を容易に検出できる。

【0091】請求項3記載の発明によれば、カウンタを用いて同一方向に所定回数だけずれた場合に相関ピーク位置がずれたと判定しているので、相関ピーク位置の突発的なずれを無視し、真の相関ピーク位置のずれを検出することができる。従って、正確な同期追尾が可能となる。

30 【0092】請求項4記載の発明によれば、相関装置はアナログ相関器に比べて低コストで小型化が容易なデジタル相関器を備えるので、受信装置の製造コストの低減及び小型化が可能となる。

【0093】請求項5記載の発明によれば、相関ピーク位置を予め設定された量だけずらす場合には相関ピーク位置はサンプリングクロック1周期分ずつずらされるので、細かい制御が可能となり、正確な同期追尾が可能となる。

40 【0094】請求項6記載の発明によれば、デジタルマッチドフィルタを使用するので、アナログ相関器に比べて低コストであり、また小型化が容易であるので、受信装置の製造コストの低減及び小型化が可能となる。また、ウィンドウをずらすことによって相関ピーク位置を同期追尾するので、制御が容易になる。

【0095】請求項7記載の発明では、ウィンドウがサンプリングクロック1周期分ずつずらされるので、細かい制御が可能となり、正確な同期追尾が可能となる。

50 【0096】請求項8記載の発明によれば、スレッシュホールドレベルの設定を行わずに、送信信号のプリアンプ

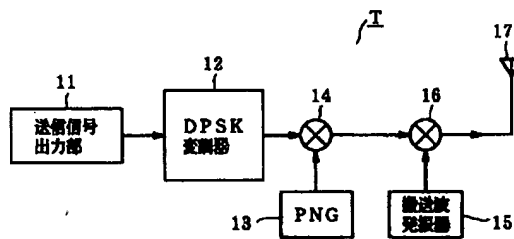
ル中の擬似雑音符号と参照用の擬似雑音符号との相関ピークの周期性を検出して、所定の相関ピーク数を算出する手段を備えるので、データ部を復調するに先立って、相関ピーク数を算出するだけで、送信先相手を特定して通信することができ、あまり電波環境の良くない条件下でも高速なメディアアクセスをほぼ確実に行うことができる。

【0097】また、相関装置は位相のずれの方向だけを検出して同期追尾を行うので、ずれの量を検出するための相関器が不要になり、受信装置の製造コストを低減できると共に、受信装置の小型化を図ることができる。

【0098】請求項9及び請求項10記載の発明によれば、送信信号には複数のプリアンプが設けられるので、夫々のプリアンプ中の擬似雑音符号と参照用の擬似雑音符号との相関ピークの周期性を検出して所定の相関ピーク数を算出して、かつ、夫々のプリアンプにおける相関ピークの位置の差を算出することで、例えば妨害電波に周期性があったとしても、データ部を復調するに先立って送信先相手を特定して通信することができ、あまり電波環境の良くない条件下でも高速なメディアア

【図面の簡単な説明】

【図1】



【図1】本実施形態によるスペクトル拡散通信システムの送信装置の概略的構成を示すブロック図である。

【図2】本実施形態によるスペクトル拡散通信システムの受信装置の概略的構成を示すブロック図である。

【図3】送信装置から送信される信号のフレーム構成を示す図である。

【図4】図2の相関装置及び復調部の構成を示すブロック図である。

【図5】同期捕捉動作に係る信号処理を示すフローチャートである。

【図6】信号のフレームにおけるPN符号例等を示す図である。

【図7】最大相関ピーク位置の連続周期性の判定におけるばらつき範囲の求め方を示す図である。

【図8】同期追尾動作に係る信号処理を示すフローチャートである。

【符号の説明】

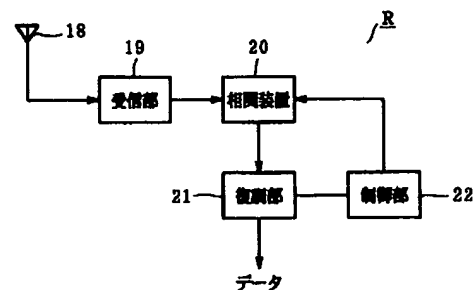
T 送信装置

R 受信装置

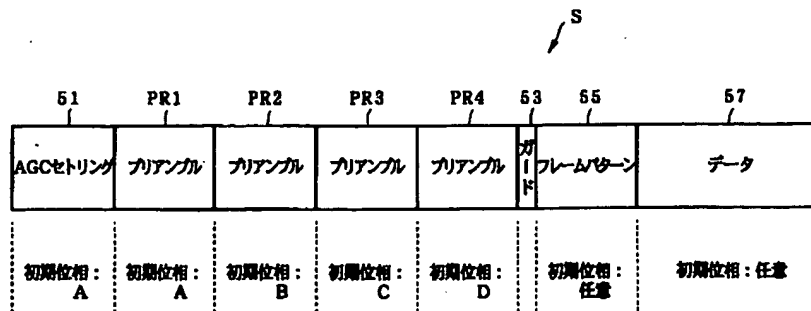
20 相関装置

31 デジタルマッチドフィルタ (相関器)

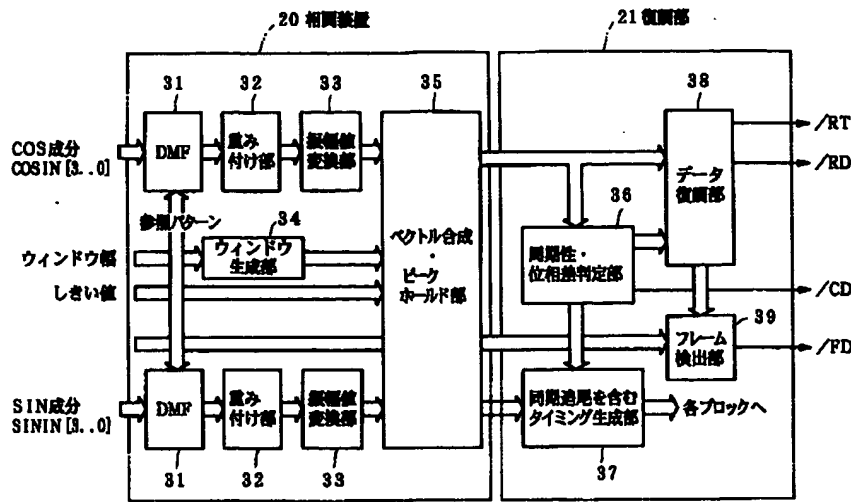
【図2】



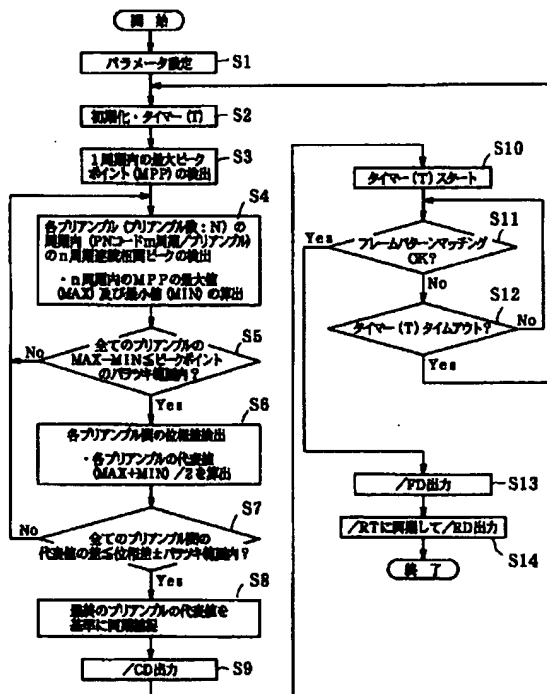
【図3】



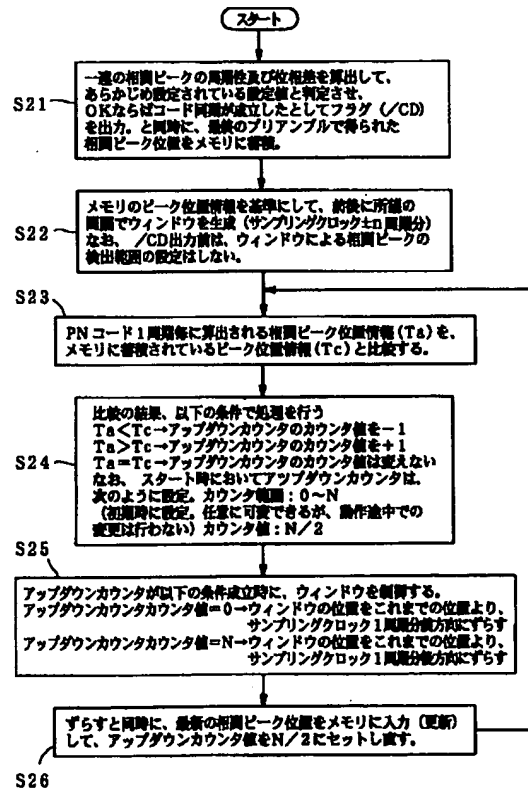
【図 4】



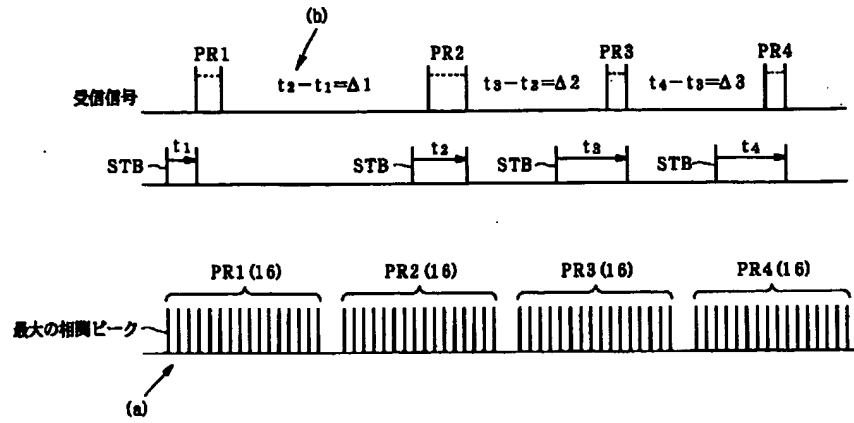
【図 5】



【図 8】



【図6】



【図7】

